January 1987
(edited June 1995)

Terbufos

Guideline

The interim maximum acceptable concentration (IMAC) for terbufos in drinking water is 0.001 mg/L (1 µg/L).

Identity, Use and Sources in the Environment

Terbufos ($C_9H_{21}O_2PS_3$) is an organophosphorus insecticide used to control soil-borne insects, primarily on corn, sugar beets and rutabagas. More than 100 000 kg of terbufos were used in Canada in 1990.[1]

The vapour pressure of terbufos is 34.6 mPa at 25°C, and its water solubility is 10–15 mg/L at 25°C. Terbufos is hydrolysed under alkaline conditions in soil or water.[2] Terbufos has some residual action in soil. It was not considered in either the Canadian or U.S. ranking schemes for pesticides deemed to have the potential to leach from soil to water.[3,4]

Exposure

In a 1986 study of municipal water in Manitoba, terbufos was not detected in 49 samples (detection limit 0.2 µg/L).[5] Terbufos was not detected in surface water samples from either the Grand or the Thames river basins, which are located in areas heavily used for agriculture (detection limit <0.1 µg/L).[6]

If it is assumed that all crops with registered uses were treated with terbufos at the maximum tolerated level, the theoretical maximum dietary intake of terbufos for an adult Canadian would be 0.0008 mg/kg bw per day. No actual residue levels in foods are available, however, as terbufos was not included in total diet residue surveys in either Canada or the United States.

Analytical Methods and Treatment Technology

Terbufos may be monitored in water samples by solvent extraction followed by gas chromatography and flame thermionic or flame photometric detection.[7] Thermionic detectors may offer lower detection limits than flame photometric methods.[8] The practical quantitation limit (PQL) (based on the abilities of laboratories to measure terbufos within reasonable limits of precision and accuracy) is 1 µg/L; detection limits range from 0.1 to 0.5 µg/L.

No information has been found on the effectiveness of current treatment technologies in removing terbufos from drinking water.

Health Effects

Terbufos is readily absorbed by the oral, inhalation and dermal routes. Eighty-three percent of a single oral dose of technical ^{14}C-labelled terbufos (0.8 mg/kg bw) was eliminated in the urine of rats 168 hours after dosing; 3.5% of the dose was recovered in the faeces. Terbufos does not accumulate in body tissues.[9]

Terbufos is highly toxic by both the oral and dermal routes; oral LD_{50} values are 9.0 mg/kg bw for female rats and between 1.5 and 4.5 mg/kg bw for male rats.[10] The principal toxic effect of terbufos is acetylcholinesterase inhibition. High doses also cause congestion of the liver, kidneys and lungs. Symptoms of acute toxicity include muscle tremors, salivation, diuresis, hyperpnoea and tachycardia.[10]

A no-observed-adverse-effect level (NOAEL) of 0.0025 mg/kg bw for cholinesterase inhibition was observed in a 28-day dog study.[11] Chronic oral administration of doses up to 0.3 mg/kg bw in rats in a two-year feeding study reduced body weights, increased mortality, increased several organ weights and increased the incidence of eye diseases. The NOAELs were 0.04 mg/kg bw for cholinesterase depression and 0.2 mg/kg bw for changes in organ/body weight ratio.[11]

There were no dose-related tumorigenic effects in an 18-month mouse study[12] or in the two-year rat study.[11] Terbufos was not mutagenic in the Ames test in four strains of bacteria or in a similar test on *Escherichia coli* with or without metabolic activation. No results of other short-term tests for mutagenic or genotoxic effects are available. No reproductive, foetotoxic or teratogenic effects other than reduced body weights in both adults and weanlings were observed in a two-generation rat

study. Data base deficiencies include lack of mutagenicity and subchronic/chronic data on a non-rodent species.[11]

Rationale

A negligible daily intake (NDI) for terbufos was established by the Food Directorate of Health Canada as follows:

$$\text{NDI} = \frac{0.0025 \text{ mg/kg bw per day}}{50} = 0.000\,05 \text{ mg/kg bw per day}$$

where:
- 0.0025 mg/kg bw per day is the NOAEL for cholinesterase inhibition in a 28-day dog study[11]
- 50 is the uncertainty factor to compensate for the short duration of the study and other deficiencies of the toxicology data base.

An interim maximum acceptable concentration (IMAC) for terbufos is derived from the NDI as follows:

$$\text{IMAC} = \frac{0.000\,05 \text{ mg/kg bw per day} \times 70 \text{ kg} \times 0.20}{1.5 \text{ L/d}} = 0.0005 \text{ mg/L}$$

where:
- 0.000 05 mg/kg bw per day is the NDI established by the Food Directorate
- 70 kg is the average body weight of an adult
- 0.20 is the proportion of daily intake of terbufos allocated to drinking water
- 1.5 L/d is the average daily consumption of drinking water for an adult.

Because the IMAC must be measurable by available analytical methods, the PQL is also taken into consideration in its derivation. An IMAC of 0.001 mg/L, the quantitation limit, is therefore established for terbufos in drinking water.

The theoretical maximum dietary intake of terbufos for an adult Canadian is 0.0008 mg/kg bw per day (see "Exposure"), which exceeds the NDI established by Health Canada, and intake of drinking water at the IMAC will further exceed the NDI. It should be noted, however, that terbufos residues have not been detected in food. Every effort should be made to keep terbufos concentrations in drinking water as low as possible.

References

1. Environment Canada/Agriculture Canada. Pesticide Registrant Survey, 1990 report. Commercial Chemicals Branch, Conservation and Protection, Environment Canada, Ottawa (1993).

2. Spencer, E.Y. Guide to the chemicals used in crop protection. 7th edition. Research Branch, Agriculture Canada, Ottawa (1982).

3. Agriculture Canada. Pesticide priority scheme for Water Monitoring Program. Unpublished report, Pesticide Directorate (1986).

4. U.S. Environmental Protection Agency. EPA draft final list of recommendations for chemicals in the National Survey for Pesticides in Groundwater (August 1985). Chem. Regul. Rep., 9(34): 988 (1985).

5. Hiebsch, S.C. The occurrence of thirty-five pesticides in Canadian drinking water and surface water. Unpublished report prepared for the Environmental Health Directorate, Department of National Health and Welfare, Ottawa (1988).

6. Frank, R. and Logan, L. Pesticide and industrial chemical residues at the mouth of the Grand, Saugeen and Thames rivers, Ontario, Canada, 1981–85. Arch. Environ. Contam. Toxicol., 17: 741 (1988).

7. U.K. Department of Environment. Organophosphorus pesticides in river and drinking water, 1980 tentative method. Her Majesty's Stationery Office, London (1981).

8. U.S. Environmental Protection Agency. National primary drinking water regulations; synthetic organic chemicals, proposed rule. Fed. Regist., 50(219): 47021 (1985).

9. North, N.H. Counter® insecticide: rat metabolism of CL 92,100 – PD-M10: 1008-1080. Progress report, March 1, 1973 – September 28, 1973. Unpublished study, MRID 87695, submitted by American Cyanamid Company, Princeton, NJ (1973). Cited in U.S. Environmental Protection Agency. Drinking water health advisory: pesticides. Office of Drinking Water Health Advisories. Lewis Publishers, Chelsea, MI (1989).

10. Merck Index. 10th edition. Merck Co., Rahway, NJ (1983).

11. Health Canada. Unpublished study; evaluation by Food Directorate (1994).

12. Rapp, R., Tebaldi, A., Wilson, N. et al. An 18-month carcinogenicity study of AC 92,100 in mice. Project No. 71R-728. Unpublished study, MRID 85170, Biodynamics, Inc. (1974).

Janvier 1987
(révisé en juin 1995)

Le terbufos

Recommandation

La concentration maximale acceptable provisoire (CMAP) pour le terbufos dans l'eau potable est de 0,001 mg/L (1 µg/L).

Identité, utilisation et sources dans l'environnement

Le terbufos ($C_9H_{21}O_2PS_3$) est un insecticide organophosphoré utilisé dans la lutte contre les insectes terricoles, principalement dans la culture du maïs, de la betterave à sucre et du rutabaga. Plus de 100 000 kg de terbufos ont été utilisés au Canada en 1990.[1]

La tension de vapeur du terbufos est de 34,9 mPa à 25 °C et sa solubilité dans l'eau est de 10 à 15 mg/L à 25 °C. Le terbufos est hydrolysé dans les eaux ou les sols alcalins.[2] Il a une certaine rémanence dans le sol. Il ne figure pas dans les systèmes de classement canadiens ou américains des pesticides qui sont censés avoir un potentiel de lixiviation du sol vers l'eau.[3,4]

Exposition

Dans une étude menée en 1986 sur l'eau d'alimentation des agglomérations du Manitoba, on n'a détecté de terbufos dans aucun des 49 échantillons (seuil de détection à 0,2 µg/L).[5] On n'a pas détecté de terbufos dans les échantillons d'eau de surface prélevés dans les bassins hydrographiques de la rivière Grand ou de la rivière Thames, qui se trouvent dans des régions à agriculture intensive (seuil de détection de <0,1 µg/L).[6]

En prenant pour hypothèse que toutes les récoltes pour lesquelles l'emploi de cette substance est homologué ont été traitées au terbufos au niveau maximal toléré, l'absorption alimentaire maximale théorique de terbufos serait pour un Canadien adulte de 0,0008 mg/kg p.c. par jour. Étant donné que le terbufos ne figure pas dans les études sur les résidus alimentaires globaux du Canada ou des États-Unis, on ne dispose pas actuellement de données sur les niveaux de résidus réels dans les aliments.

Méthodes d'analyse et techniques de traitement

On peut vérifier la présence de terbufos dans des échantillons d'eau par l'extraction au solvant, suivie d'une chromatographie gazeuse et d'une détection à ionisation de flammes alcalines ou par photométrie de flamme.[7] Les détecteurs thermioniques offrent des seuils de détection inférieurs à ceux des méthodes de photométrie de flamme.[8] Le seuil pratique d'évaluation quantitative (d'après la capacité des laboratoires à mesurer le terbufos dans des limites raisonnables de précision et d'exactitude) est de 1 µg/L; les seuils de détection varient de 0,1 à 0,5 µg/L.

On n'a trouvé aucun renseignement sur l'efficacité des techniques actuelles de traitement pour l'enlèvement du terbufos de l'eau potable.

Effets sur la santé

Le terbufos est facilement absorbé par voie orale, respiratoire ou cutanée. On a pu observer qu'une seule dose orale de terbufos de qualité technique marqué au carbone 14 (0,8 mg/kg p.c.) était éliminée à 83 % dans l'urine de rats 168 heures après l'administration de la dose. On a récupéré 3,5 % de la dose dans les fèces. Le terbufos ne s'accumule pas dans les tissus organiques.[9]

Le terbufos est extrêmement toxique tant par voie orale que par voie cutanée; les DL_{50} par voie orale sont de 9,0 mg/kg p.c. pour les rates et se situent entre 1,5 et 4,5 mg/kg p.c. pour les rats.[10] L'effet toxique principal du terbufos est l'inhibition de l'acétylcholinestérase. Les doses élevées provoquent également la congestion du foie, des reins et des poumons. Entre autres symptômes de toxicité aiguë, mentionnons le tremblement musculaire, la salivation, la diurèse, l'hyperpnée et la tachycardie.[10]

On a noté une dose sans effet nocif observé (NOAEL) de 0,0025 mg/kg p.c. pour l'inhibition de la cholinestérase dans une étude de 28 jours sur des chiens.[11] Dans une étude sur les rats, d'une durée de deux ans, portant sur la toxicité du terbufos, l'administration chronique par voie orale de doses allant jusqu'à 0,3 mg/kg p.c. a réduit le poids corporel,

accru la mortalité, augmenté le poids de plusieurs organes et accru l'incidence de maladies oculaires. Les NOAEL étaient de 0,04 mg/kg p.c. pour la chute de la cholinestérase et de 0,2 mg/kg p.c. pour la modification du ratio poids des organes/poids corporel.[11]

On n'a pas établi de relation entre la dose et les effets oncogènes dans une étude[12] de 18 mois sur les souris, non plus que dans une étude de deux ans sur les rats.[11] Le terbufos s'est avéré non mutagène dans le test d'Ames portant sur quatre souches de bactéries et dans un test analogue sur *Escherichia coli* avec ou sans activation métabolique. On n'a pas de résultats d'autres tests de courte durée pour les effets mutagènes ou génotoxiques. Dans une étude portant sur deux générations de rats, on n'a pas observé d'effets sur la reproduction, ni d'effets de toxicité fœtale ou tératogène autres que la réduction du poids corporel, tant chez les adultes que chez les ratons à la naissance. Parmi les lacunes de la base de données, mentionnons l'absence de données sur la mutagénicité et de données subchroniques ou chroniques sur des espèces autres que les rongeurs.[11]

Justification

L'apport quotidien négligeable (AQN) de terbufos a été établi par la Direction des aliments de Santé Canada de la façon suivante :

$$\text{AQN} = \frac{0{,}0025 \text{ mg/kg p.c. par jour}}{50} = 0{,}000\,05 \text{ mg/kg p.c. par jour}$$

étant donné que :

- la dose de 0,0025 mg/kg p.c. par jour est le NOAEL pour l'inhibition de la cholinestérase dans une étude de 28 jours sur les chiens[11]
- 50 est le facteur d'incertitude établi pour compenser la courte durée de l'étude et d'autres lacunes relatives à la base de données de toxicologie.

À partir de l'AQN, on a établi la concentration maximale acceptable provisoire (CMAP) pour le terbufos de la façon suivante :

$$\text{CMAP} = \frac{0{,}000\,05 \text{ mg/kg p.c. par jour} \times 70 \text{ kg} \times 0{,}02}{1{,}5 \text{ L/j}} = 0{,}000\,5 \text{ mg/L}$$

étant donné que :

- 0,000 05 mg/kg du poids corporel par jour est l'AQN établie par la Direction des aliments
- 70 kg est le poids corporel moyen d'un adulte
- 0,20 est la dose d'absorption quotidienne de terbufos autorisée dans l'eau potable
- 1,5 L/j est la consommation quotidienne moyenne d'eau potable d'un adulte.

Comme on doit pouvoir mesurer la concentration maximale acceptable provisoire au moyen des méthodes analytiques disponibles, on a également tenu compte du seuil pratique d'évaluation quantitative dans les calculs. On a par conséquent fixé la CMAP à 0,001 mg/L, soit le seuil de quantification pour les résidus de terbufos dans l'eau potable.

L'apport maximal théorique de terbufos dans l'alimentation d'un adulte canadien est de 0,0008 mg/kg du poids corporel par jour (voir «Exposition»), ce qui dépasse l'AQN établi par Santé Canada et l'ingestion par l'eau potable à la CMAP dépassera également l'AQN. Il convient de signaler, toutefois, qu'on n'a pas détecté de résidus de terbufos dans les aliments. Tous les efforts devraient être faits pour maintenir les concentrations de terbufos dans l'eau potable à des niveaux aussi bas que possible.

Références bibliographiques

1. Environnement Canada/Agriculture Canada. Sondage auprès des titulaires d'enregistrement. Rapport de 1990. Direction des pesticides, Agriculture Canada, et Direction des produits chimiques commerciaux, Environnement Canada, Ottawa (1993).

2. Spencer, E.Y. Guide to the chemicals used in crop protection. 7e édition. Direction de la recherche, Agriculture Canada, Ottawa (1982).

3. Agriculture Canada. Pesticide priority scheme for Water Monitoring Program. Rapport inédit, Direction des pesticides (1986).

4. U.S. Environmental Protection Agency. EPA draft final list of recommendations for chemicals in the National Survey for Pesticides in Groundwater (août 1985). Chem. Regul. Rep., 9(34) : 988 (1985).

5. Hiebsch, S.C. The occurrence of thirty-five pesticides in Canadian drinking water and surface water. Rapport inédit préparé pour la Direction de l'hygiène du milieu, Ministère de la Santé nationale et du Bien-être social, Ottawa (1988).

6. Frank, R. et Logan, L. Pesticide and industrial chemical residues at the mouth of the Grand, Saugeen and Thames rivers, Ontario, Canada, 1981-1985. Arch. Environ. Contam. Toxicol., 17 : 741 (1988).

7. U.K. Department of Environment. Organophosphorus pesticides in river and drinking water, 1980 tentative method. Her Majesty's Stationery Office, London (1981).

8. U.S. Environmental Protection Agency. National primary drinking water regulations; synthetic organic chemicals, proposed rule. Fed. Regist., 50(219) : 47021 (1985).

9. North, N.H. Counter insecticide: rat metabolism of CL 92,100 – PD-M10: 1008-1080. Rapport d'étape, 1er mars 1973 – 28 septembre 1973. Étude inédite, MRID 87695, soumise par l'American Cyanamid Company, Princeton, NJ (1973). Cité dans U.S. Environmental Protection Agency. Drinking water health advisory: pesticides. Office of Drinking Water Health Advisories. Lewis Publishers, Chelsea, MI (1989).

10. Merck Index. 10e édition. Merck Co., Rahway, NJ (1983).

11. Santé Canada. Étude inédite; évaluation par la Direction des aliments (1994).

12. Rapp, R., Tebaldi, A., Wilson, N. et al. An 18-month carcinogenicity study of AC 92,100 in mice. Projet n° 71R-728. Étude inédite, MRID 85170, Biodynamics, Inc. (1974).